

PENGARUH JUMLAH TUMBUKAN PEMADATAN BENDA UJI TERHADAP BESARAN MARSHALL CAMPURAN BERASPAL PANAS BERGRADASI MENERUS JENIS ASPHALT CONCRETE (AC)

Kiftheo Sanjaya Panungkelan

Oscar H. Kaseke, Mecky R. E. Manoppo

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: kif052793@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu metode untuk pemeriksaan mutu campuran beraspal panas di laboratorium adalah metode Marshall; di perkenalkan oleh Bruce Marshall pada tahun 1939. Benda uji campuran beraspal panas dibuat dengan cara dipadatkan dalam cetakan berdiameter 4 inch dengan tinggi 2,5 inch menggunakan penumbuk dengan berat 10 lb (4.536 gram) dan tinggi jatuh 18 inch, sebagai interpretasi daya pemadatan dilapangan dengan menggunakan alat pemadat roda besi (Steel Tandem Roller) dan roda karet (Pneumatic Tyre Roller). Dari pengujian Marshall diperoleh hasil pemeriksaan berupa besaran-besaran Marshall yaitu Stabilitas, Flow, VIM, VMA, FVB, kepadatan, juga MQ (Spesifikasi Bina Marga tahun 2010 revisi 2) dan Ratio FF/Bitumen Efektif revisi 3. Bina Marga dalam spesifikasi teknik, menetapkan jumlah tumbukan untuk pembuatan benda uji Marshall pada campuran AC-WC dan AC-BC sebanyak 2 x 75 kali. Pengaruh dari jumlah tumbukan dalam pembuatan benda uji terhadap kriteria Marshall yang akan diangkat dalam penelitian ini.

Akan dibuat benda uji Marshall dengan menggunakan material batu pecah yang bersumber dari desa Lolan kabupaten Bolaang Mongondow dengan aspal penetrasi 60/70 ex Pertamina sebagai bahan pembentuk campuran beraspal panas. Setelah dilakukan pemeriksaan bahan selanjutnya dicari komposisi agregat yang memenuhi syarat untuk masing-masing campuran yaitu AC-WC dan AC-BC sehingga didapatkan komposisi dan kadar aspal terbaik. Dengan komposisi pada kadar aspal terbaik dibuat benda uji variasi jumlah tumbukan 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 tumbukan pada setiap sisi benda uji kemudian dianalisis hubungan antara variasi jumlah tumbukan terhadap besaran-besaran Marshall.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kedua jenis campuran yaitu AC-WC dan AC-BC pengaruh jumlah tumbukan ditentukan oleh batasan nilai VIM, VMA dan Flow dengan rentang jumlah tumbukan yang memenuhi spesifikasi pada jenis campuran AC-WC yaitu 65-90 kali dengan jumlah tumbukan terbaik berada pada tumbukan ke 77 dan jenis campuran AC-BC pada tumbukan 65-110 kali dengan jumlah tumbukan terbaik berada pada tumbukan ke 87 sehingga campuran AC-BC membutuhkan 10 kali tumbukan lebih banyak dibandingkan campuran AC-WC. Dengan demikian disarankan untuk pemadatan jenis campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC) di lapangan membutuhkan daya pemadatan yang lebih tinggi yaitu 13 % dari jenis campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC).

Kata kunci: Besaran Marshall, Jumlah Tumbukan, AC-WC dan AC- BC

PENDAHULUAN

Latar belakang

Dalam spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 (revisi 3 tahun 2015) jenis lapis aspal beton (LASTON) yang disebut AC, terdiri dari tiga jenis campuran yaitu AC lapis aus (AC-Wearing Course, AC-WC), AC lapis antara (AC – Binder Course, AC-BC) dan AC lapis pondasi (AC-Base) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm. (Sumber: Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 revisi 3)

Pengujian Marshall merupakan pengujian yang digunakan untuk perancangan campuran beraspal panas pada perkerasan jalan. Dalam pengujian campuran aspal panas, pemberian sejumlah tumbukan bermaksud untuk memadatkan campuran sehingga bisa di uji dan didapatkan besaran-besaran Marshall sebagai parameter campuran aspal panas.

Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 (revisi 3 tahun 2015) menyatakan campuran Asphalt Concrete jenis AC-WC dan AC-BC yaitu stabilitas minimum 800 kg dan pelelehan 2 mm - 4 mm sedangkan untuk nilai volumetrik yang

ditentukan dalam spesifikasi yaitu VIM 3 % – 5 %, VFB minimum 65 % dan VMA untuk AC-WC minimum 15 % dan untuk AC-BC minimum 14 % dan ratio partikel lolos ayakan 0.075 mm dengan kadar aspal efektif yaitu 1-1,4.

Kurangnya pengetahuan tentang pengaruh daya pemadatan (*Compaction Effort*) terhadap campuran aspal panas misalnya kepadatan di lapangan yang tidak sesuai dengan kepadatan laboratorium (< 98% Kepadatan Standar Kerja yang tertera dalam JMF) bisa menyebabkan campuran tidak memenuhi spesifikasi yang dinyatakan dalam besaran *Marshall*.

Pada spesifikasi telah ditentukan nilai atau batasan-batasan yang akan digunakan untuk mendapatkan besaran-besaran *Marshall* pada jumlah tumbukan 75 kali untuk lalu lintas berat, setiap besaran *Marshall* tersebut mempunyai korelasi atau hubungan yang saling berkaitan diantaranya, maka penulis ingin meneliti hubungan antara besaran-besaran *Marshall* apabila jumlah tumbukan divariasikan apakah campuran beraspal panas masih bisa memenuhi persyaratan besaran *Marshall*.

Tujuan penelitian

1. Mencari hubungan antara variasi jumlah tumbukan terhadap besaran *Marshall*.
2. Mencari perbandingan jumlah tumbukan benda uji terhadap 2 jenis campuran yaitu AC-WC dan AC-BC untuk mendapatkan besaran kriteria *Marshall*.
3. Mencari jumlah tumbukan pemadatan di laboratorium yang masih memenuhi spesifikasi atau yang bisa ditoleransi pada campuran AC-WC dan AC-BC.

Pembatasan masalah

1. Penelitian ini hanya dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode *Marshall Test*.
2. Akan dilakukan terhadap campuran beraspal panas jenis AC Lapis aus (AC-WC) dan Lapis antara (AC-BC).
3. Material bersumber dari desa Lolan daerah Bolaang Mongondow dan aspal penetrasi 60/70 Ex. Pertamina dan *filler* tambahan PC tonasa jika diperlukan.
4. Rancangan campuran agregat didasarkan pada Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2010 (revisi 3 tahun 2015).

Manfaat penelitian

Untuk dapat mengetahui pengaruh variasi jumlah tumbukan pemadatan campuran beraspal panas berhubungan dengan besaran-besaran

Marshall yaitu stabilitas, kelelahan ataupun nilai *volumetric Marshall* terhadap variasi jumlah tumbukan dan pengaruhnya terhadap kinerja campuran pada jenis campuran AC-WC dan AC-BC.

LANDASAN TEORI

Lapis Aspal Beton (Asphalt Concrete, AC)

Lapis Aspal Beton (Laston), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu.

Lapis Aspal Beton (Laston) yang selanjutnya disebut AC, terdiri dari tiga jenis campuran, AC Lapis Aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course*, AC-WC), AC Lapis Antara (*Asphalt Concrete – Binder Course*, AC-BC) dan AC Lapis Pondasi (AC-Base) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm.

Berdasarkan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2010 Revisi 3, tebal nominal minimum campuran beraspal adalah AC-WC = 4,0 cm, AC-BC = 6,0 cm dan AC-Base = 7,5 cm.

Ketentuan sifat-sifat campuran Laston dapat dilihat pada Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 revisi 3 pada tabel 1.

Campuran Aspal Beton (AC-WC)

Campuran AC-WC merupakan campuran yang terdiri dari Agregat dan Aspal sebagai bahan pengikat yang dicampur merata pada suhu tertentu.

Komposisi agregat gabungan campuran Laston sebagai lapis aus (AC-WC) yang berpedoman kepada Spesifikasi Baru Campuran Beraspal Panas Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010 revisi 3 dapat dilihat pada tabel 2.

Campuran Aspal Beton (AC-BC)

Campuran AC-BC merupakan campuran yang terdiri dari Agregat dan Aspal sebagai bahan pengikat yang dicampur merata pada suhu tertentu.

Komposisi agregat gabungan campuran Laston sebagai lapis antara (AC-BC) yang berpedoman kepada Spesifikasi Baru Campuran Beraspal Panas Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010 revisi 3 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 1. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan per bidang	Min.	75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	1,0		
	Maks.	1,4		
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal)	Min.	2		

Sumber: Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 revisi 3

Tabel 2. Gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-WC

Ukuran Saringan		Persen Berat Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran
(mm)	No. saringan	Laston (AC-WC)
37,5	1 ½'	-
25	1'	-
19	¾'	100
12,5	1/2'	90 – 100
9,50	3/8'	77 – 90
4,75	#4	53 – 69
2,36	#8	33 – 53
1,18	#16	21 – 40
0,6	#30	14 – 30
0,3	#50	9 – 22
0,15	#100	6 – 15
0,075	#200	4 – 9

Sumber: Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 revisi 3

Pemadatan Campuran Aspal Panas

Pemadatan adalah proses yang mana partikel-partikel solid dirapatkan secara mekanis sehingga volume rongga dalam campuran mengecil dan kepadatan campuran meningkat dan mengatur distribusi partikel agregat dalam campuran sehingga menghasilkan konfigurasi agregat optimum dalam mencapai kepadatan yang ditargetkan.

Tabel 3. Gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-BC

Ukuran Saringan		Persen Berat Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran
(mm)	No. saringan	Laston (AC-BC)
37,5	1 ½'	-
25	1'	100
19	¾'	90 – 100
12,5	1/2'	75 – 90
9,50	3/8'	66 – 82
4,75	#4	46 – 64
2,36	#8	30 – 49
1,18	#16	18 – 38
0,6	#30	12 – 28
0,3	#50	7 – 20
0,15	#100	5 – 13
0,075	#200	4 – 8

Sumber: Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 revisi 3

Pemadatan di laboratorium

Pemadatan campuran aspal di laboratorium dilakukan dengan memberikan jumlah tumbukan yang diatur berdasarkan ketentuan spesifikasi masing-masing jenis campuran misalnya untuk campuran AC-WC dan AC-BC 75 kali tumbukan pada setiap sisi. Setelah itu di uji untuk mendapatkan parameter *Marshall* seperti stabilitas, flow dan nilai volumetrik *Marshall*.

Evaluasi Hasil Uji Marshall

Rancangan campuran berdasarkan metode *Marshall* ditemukan oleh *Bruce Marshall*, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar metode *Marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (flow) dan analisis volumetrik. Prosedur pengujian *Marshall* mengikuti metode pengujian campuran beraspal panas dengan alat *Marshall* (RSNI M-01-2003).

Metode *Marshall* merupakan metode perancangan campuran beraspal panas yang paling banyak digunakan dalam mendesain maupun mengevaluasi sifat-sifat campuran aspal panas. Kriteria pengujian *Marshall* terdiri atas pengujian stabilitas, kelelahan dan pengujian volumetrik seperti rongga dalam campuran (VIM), rongga diantara mineral agregat (VMA) dan rongga yang terisi aspal (VFB).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data-data terlebih dahulu baik data bahan maupun semua data yang terkait termasuk kriteria *Marshall* berdasarkan Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 revisi 3.

Penelitian ini menggunakan agregat yang sudah biasa digunakan dan menggunakan aspal yang ada di laboratorium. Sesudah material diperoleh selanjutnya dilanjutkan dengan pemeriksaan awal yaitu pemeriksaan keausan agregat. Jika tidak memenuhi syarat spesifikasi maka agregat tersebut tidak dapat digunakan dan dilakukan pengambilan material kembali. Tetapi jika persyaratan awal terpenuhi maka dilanjutkan dengan pemeriksaan lanjutan yaitu pemeriksaan analisa saringan basah dan berat jenis agregat. Data-data ini diperlukan untuk pembuatan dan pengujian *Marshall*.

Jika gradasi sudah diperoleh dilanjutkan dengan mencari komposisi agregat berdasarkan persyaratan gradasi untuk campuran AC-WC dan AC-BC yang ada dalam Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 revisi 3 dan dengan rancangan tersebut dibuat benda uji minimal 3 variasi atau 5 variasi kadar aspal. Dari perkiraan kadar aspal ditambah 1% atau 2% dan dikurang 1% atau 2%.

Terhadap benda uji dilakukan 2 tahap pengujian *Marshall* yaitu pengujian volumetrik untuk mendapatkan *Void in Mix* (VIM), *Void in Mineral Agregat* (VMA), *Void Filled Bitumen* (VFB) dan pengujian stabilitas dan kelelahan.

Kriteria *Marshall* ini dievaluasi kemungkinan akan diperoleh komposisi terbaik yang menggambarkan semua syarat-syarat *Marshall* terpenuhi. Jika ada kriteria *Marshall* yang belum terpenuhi maka proses diulang lagi dari awal dengan merancang kembali komposisi campuran.

Namun jika sudah memenuhi syarat maka akan dibuat rancangan campuran dengan variasi jumlah tumbukan yaitu 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 tumbukan pada kadar aspal terbaik dan dilanjutkan dengan pengujian *Marshall*.

Hasil dari pengujian tersebut akan dibuat hubungan antara jumlah tumbukan terhadap besaran *Marshall* yang diperoleh, dan selanjutnya akan ditarik kesimpulan dari penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan komposisi agregat gabungan pada kadar aspal terbaik maka dilakukan pembuatan benda uji dengan jumlah tumbukan yang divariasikan yaitu 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 kali pada setiap sisi benda uji dan di uji untuk mendapatkan besaran-besaran *Marshall* kemudian dianalisis pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap besaran *Marshall* tersebut.

Berikut adalah hasil dari pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap besaran *Marshall* untuk jenis campuran AC-WC dan AC-BC yang dapat di lihat pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap besaran *Marshall* AC-WC

Jumlah tumbukan	Stabilitas	Flow	VIM	VMA	VFB	Kepadatan
	(kg)	(mm)	(%)	(%)	(%)	
	Min. 800	2-4	3-5	Min. 15	Min. 65	
25	1091,9	4,790	8,957	19,576	54,245	2,196
50	1513,6	4,139	5,822	16,807	65,421	2,272
75	1847,6	3,847	4,505	15,643	71,203	2,304
100	2238,5	3,722	3,531	14,783	76,125	2,327
150	2721,3	3,652	1,914	13,355	85,666	2,366
200	2914,1	3,627	1,356	12,862	89,459	2,380
300	3051,4	3,618	0,506	12,111	95,824	2,400
400	3067,8	3,605	0,463	12,072	96,172	2,401

Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap besaran *Marshall* AC – WC

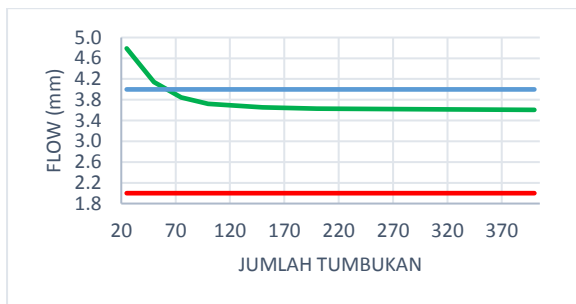
Hasil pengujian tentang variasi jumlah tumbukan dirangkum dalam bentuk tabel seperti pada tabel 4. Hasil pengujian *Marshall* untuk campuran AC – WC digambarkan ke dalam bentuk grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dengan besaran-besaran *Marshall* seperti pada gambar 1 sampai dengan gambar 5 sebagai berikut.



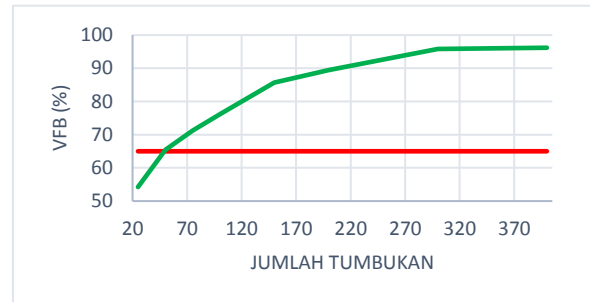
Gambar 1. Grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dan stabilitas (AC-WC)



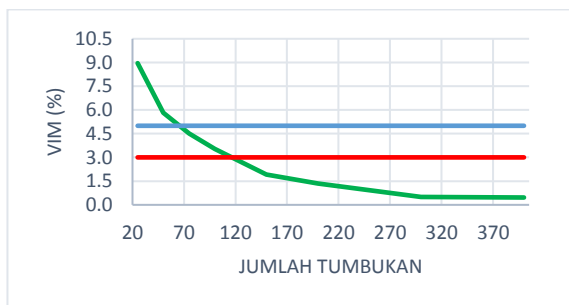
Gambar 4. Grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dan VMA (AC-WC)



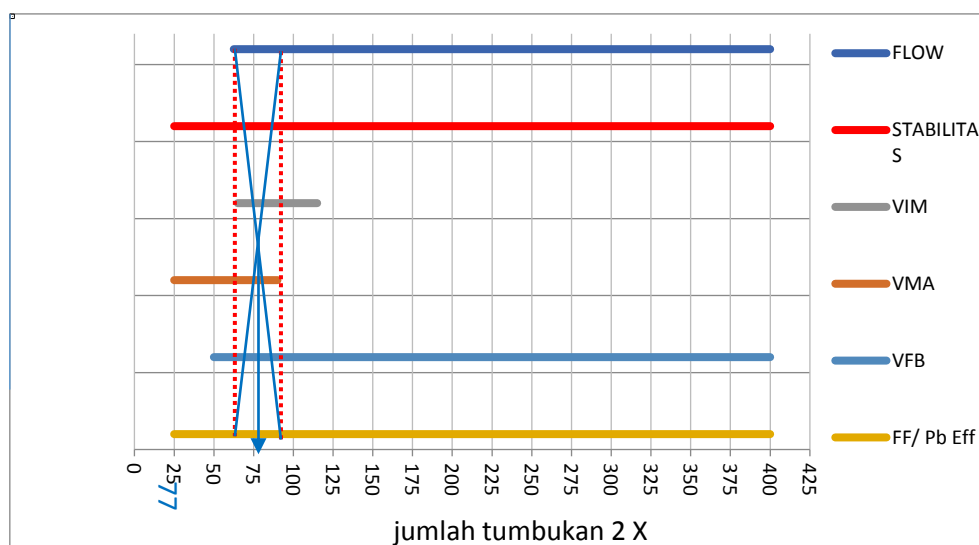
Gambar 2. Grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dan flow (AC-WC)



Gambar 5. Grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dan VFB (AC-WC)



Gambar 3. Grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dan VIM (AC-WC)



Gambar 6. Diagram jumlah tumbukan yang memenuhi spesifikasi (AC-WC)

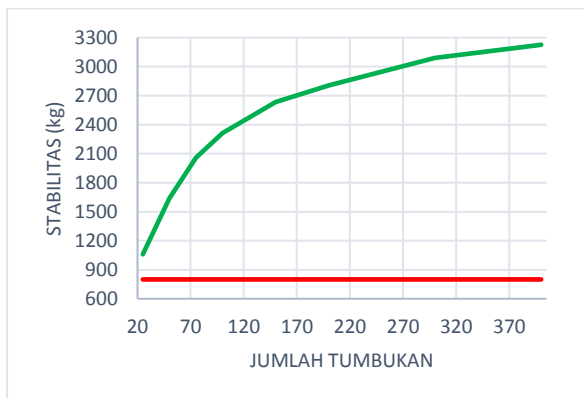
Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap besaran Marshall AC- BC

Hasil pengujian tentang variasi jumlah tumbukan dirangkum dalam bentuk tabel seperti pada tabel 5.

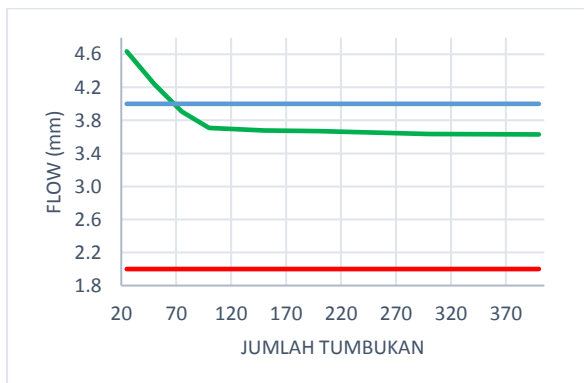
Tabel 5. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap besaran *Marshall* AC-BC

Jumlah tumbukan	Stabilitas	Flow	VIM	VMA	VFB	Kepadatan
	(kg)	(mm)	(%)	(%)	(%)	-
	Min. 800	2-4	3-5	Min. 14	Min. 65	-
25	1059.4	4,635	8,744	18,600	52,992	2,219
50	1638.9	4,238	5,865	16,032	63,427	2,289
75	2058.5	3,905	4,617	14,919	69,058	2,320
100	2318.7	3,708	3,790	14,182	73,276	2,340
150	2633.1	3,679	2,594	13,115	80,250	2,369
200	2806.7	3,670	1,830	12,433	85,281	2,387
300	3091.4	3,634	1,390	11,922	88,075	2,398
400	3225.1	3,629	1,257	11,922	89,461	2,401

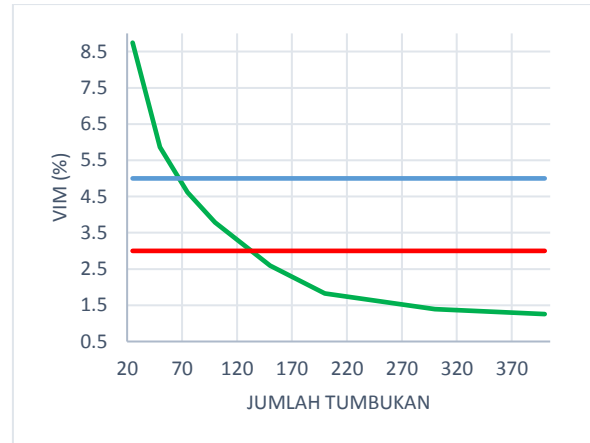
Hasil pengujian *Marshall* untuk campuran AC – BC digambarkan ke dalam bentuk grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dengan besaran-besaran *Marshall* sebagai berikut:



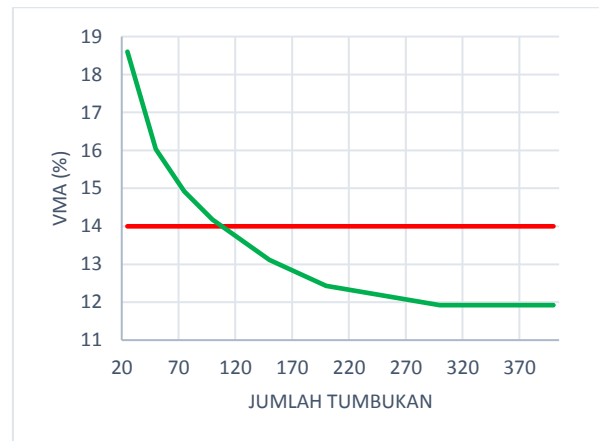
Gambar 7. Grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dan stabilitas (AC-BC)



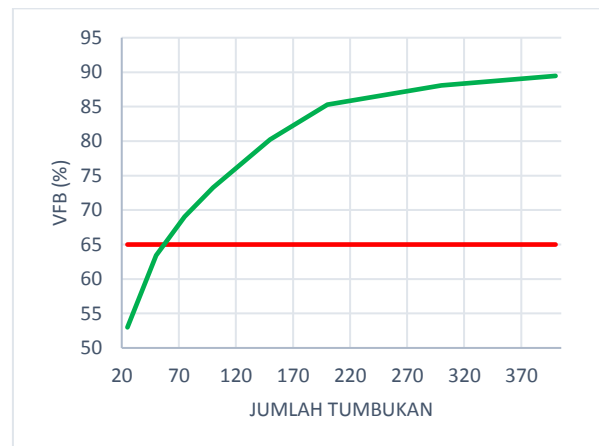
Gambar 8. Grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dan flow (AC-BC)



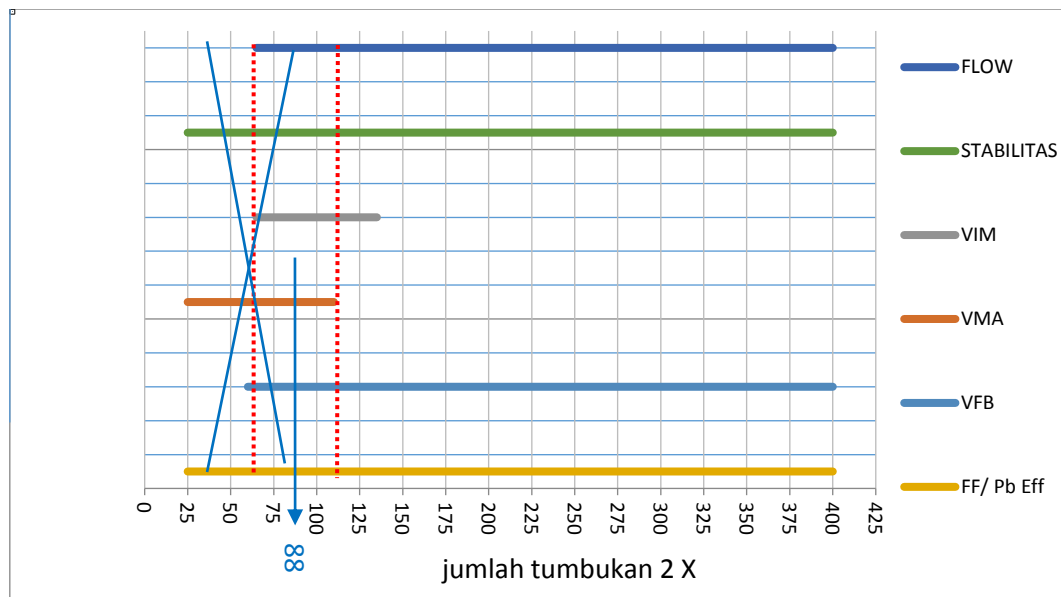
Gambar 9. Grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dan VIM (AC-BC)



Gambar 10. Grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dan VMA (AC-BC)



Gambar 11. Grafik hubungan antara variasi jumlah tumbukan dan VFB (AC-BC)



Gambar 11. Diagram jumlah tumbukan yang memenuhi spesifikasi (AC-BC)

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang dilakukan di laboratorium maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh variasi jumlah tumbukan pemadatan benda uji terhadap besaran *Marshall* untuk campuran AC-WC dan AC-BC yaitu semakin banyak jumlah tumbukan nilai stabilitas semakin tinggi, flow semakin rendah, VIM dan VMA semakin kecil dan VFB semakin besar.
2. Hasil analisis menunjukan bahwa untuk campuran AC-WC jumlah tumbukan terbaik berada pada tumbukan ke 77 dan untuk campuran AC-BC membutuhkan tumbukan yang lebih banyak yaitu 87 tumbukan.
3. Untuk campuran AC-WC rentang jumlah tumbukan yang memenuhi spesifikasi berada

antara tumbukan 60 sampai tumbukan 90 dan untuk campuran AC-BC rentang jumlah tumbukan yang memenuhi spesifikasi berada antara tumbukan 65 sampai tumbukan 110.

Saran

1. Sebaiknya daya pemadatan dilapangan untuk jenis campuran AC-BC harus lebih besar yaitu 13 % dibandingkan jenis campuran AC-WC.
2. Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut mengenai daya pemadatan di laboratorium yang menggunakan *Marshall hammer* dengan daya pemadatan di lapangan karena proses pemadatan di lapangan menggunakan alat pemadat dengan spesifikasi dan jumlah lintasan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO T 246: "Resistance to deformation and cohesion of bituminous Mixtures by Means of Hveem Apparatus"
- AASHTO T 247: "Preparation of Test Specimens of Bituminous Mixtures by Means of the California Kneading Compactor"
- ASTM D 1138-52, "Test For Resistance To Plastic Flow Of Fine Aggregate Bituminous Mixtures by Means Of Hubbard – Field Apparatus"
- RSNI M-01-2003 "Metode pengujian campuran beraspal panas dengan alat *Marshall*".
- Saondang, H. 2005. *Perancangan Perkerasan Jalan Raya*. Nova: Bandung

Suprpto, TM. 2004. *Bahan dan Struktur Jalan Raya*. Biro Penerbit KMTS FT. UGM

SNI. 2010. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*.

Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2010 revisi 3 divisi 6.

Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova: Bandung.